

Министерство образования Московской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Московской области «Авиационный техникум имени В.А. Казакова»

УТВЕРЖДАЮ  
Зам. директора по УМР  
\_\_\_\_\_М.В.Иванова

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ  
РАЗДЕЛА «ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**

по дисциплине **ОУД 11 ХИМИЯ**

для студентов 1 курса

специальности 11.02.01 Радиоаппаратостроение  
25.02.06. Производство и обслуживание авиационной техники  
09.02.06. Сетевое и системное администрирование

РАССМОТРЕНО  
на заседании предметно-цикловой комиссии  
"Общеобразовательных и  
естественнонаучных дисциплин"

СОСТАВИЛА:

Басенкова В.Н.

Председатель ПЦК:

Басенкова В.Н.

Жуковский 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Цели и задачи раздела органической химии.	3
2.Содержание основных разделов и тем. Методические указания по их изучению	4
<b>2.1 Углеводороды и их природные источники</b>	4
2.1.1. Методические указания по изучению	4
2.1.2. Вопросы для самоконтроля	9
<b>2.2. Кислородосодержащие органические соединения</b>	10
2.2.1. Спирты. Фенолы. Альдегиды.	10
2.2.2. Методические указания по изучению	10
2.2.3. Вопросы для самоконтроля	12
<b>2.3. Карбоновые кислоты.Жиры.Углеводы</b>	12
2.3.1. Методические указания по изучению	12
2.3.2. Углеводы	15
2.3.3. Вопросы для самоконтроля	17
<b>2.4 Азотосодержащие органические соединения</b>	18
2.4.1.Методические указания по изучению	18
2.4.2.Вопросы для самоконтроля	19
Список использованных источников	20

## РАЗДЕЛ 1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Химия» относится к циклу Общеобразовательных дисциплин и состоит из двух разделов: неорганическая химия и органическая химия. Данная методическая разработка рассматривает изучение раздела органической химии. Методические указания по изучаемой дисциплине составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования (Приказ Министерства образования и науки РФ от 17 мая 2012 г. № 413 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования" с изменениями и дополнениями от 29 июня 2017 г. № 613)

### 1.1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ РАЗДЕЛА ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

**Цели изучения дисциплины:** в условиях дистанционного образования сформирование у обучающихся умения видеть и понимать ценность образования, значимость химического знания для каждого человека, независимо от его профессиональной деятельности;

В процессе изучения дисциплины перед студентами ставятся следующие задачи:

- изучить строение классов органических соединений: углеводороды, спирты, фенолы, альдегиды, карбоновые кислоты, углеводы, азотсодержащие соединения (аминокислоты, пептиды, амины, амиды), их строение и физико-химические свойства, распространение в природе.

В результате изучения раздела «Органическая химия» студент должен **знать:**

1. Химическую структуру и свойства основных классов органических соединений.
2. Основные законы и положения органической химии.
3. Способы получения и свойства представителей основных классов.
4. Природные источники углеводородов и способы их переработки

**уметь:**

1. Называть изученные вещества по «тривиальной» или международной номенклатурам;
2. Определять валентность и степень окисления химических элементов, тип химической связи в соединениях, изомеры и гомологи, принадлежность веществ к разным классам органических соединений;
3. Определять типы реакций в органической химии;
4. Осуществлять самостоятельный поиск химической информации с использованием различных источников (справочных, научных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, ресурсов Интернета);

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ИЗУЧЕНИЮ

### 2.1 Углеводороды и их природные источники

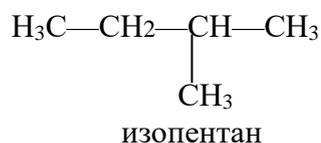
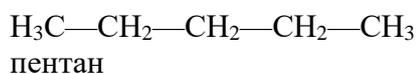
Необходимо знать строение, классификацию, номенклатуру предельных, непредельных, ароматических углеводородов и их химические свойства. Гомологические ряды. Номенклатура. Чем отличаются первичные, вторичные, третичные и четвертичные атомы углерода. Химические свойства предельных углеводородов. Этиленовые углеводороды. Виды изомерии (изомерия цепи, геометрическая изомерия). Химические свойства. Реакции присоединения, окисления, полимеризации. Ацетиленовые углеводороды. Характер связей. Химические реакции. Диеновые и полидиеновые углеводороды. Химические свойства. Использование продуктов полимеризации в производстве.

Ароматические углеводороды. Химические свойства. Заместители первого и второго рода, реакции замещения по бензольному кольцу. Галогенопроизводные углеводородов.

#### 2.1.1. Методические указания по изучению

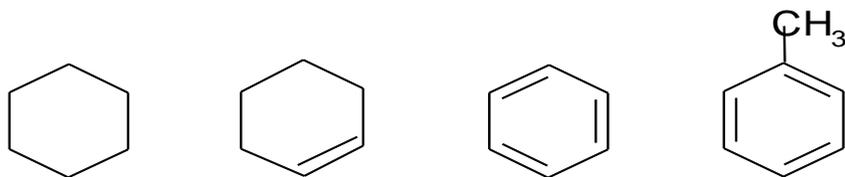
Изучение курса органической химии необходимо начинать с самого простейшего класса органических соединений — углеводородов. Углеводороды имеют самое простое строение, они являются исходными веществами для получения всех других классов органических соединений.

При изучении курса органической химии надо помнить, что одной эмпирической формуле (формуле, показывающей, сколько атомов углерода, водорода и других элементов содержит молекула вещества) может соответствовать несколько структурных формул — изомеров. **Изомеры — это вещества, молекулы которых имеют одинаковый состав, но разное строение и отличаются друг от друга как химическими, так и физическими свойствами.** По характеру строения углеводородного скелета углеводороды делятся на ациклические (алифатические) и циклические. Ациклические углеводороды имеют неразветвленную или разветвленную цепь:



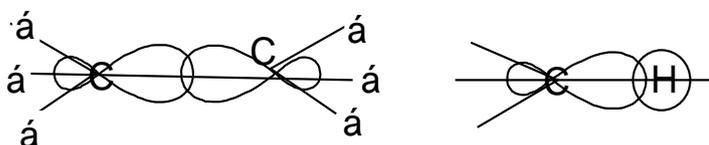
В зависимости от наличия в молекуле алифатических углеводородов одинарных и кратных углерод - углеродных связей они делятся на предельные или насыщенные (алканы) и непредельные или ненасыщенные (алкены, алкины).

Циклические углеводороды в зависимости от строения циклов делятся на алициклические (насыщенные и ненасыщенные) и ароматические. При написании циклических формул атомы углерода и водорода можно опускать.



Представители всех классов органических соединений образуют **гомологические ряды**. В каждом гомологическом ряду (последующий член ряда отличается от предыдущего на группу  $\text{CH}_2$  (гомологическая разница)). Все члены одного гомологического ряда имеют сходное строение и близкие химические свойства.

**Алканы (предельные углеводороды, парафины)**. Характерной особенностью алканов является то, что они имеют открытые цепи и атомы углерода в их молекулах связаны между собой только  $\delta$ -связями: орбитали взаимодействующих электронов перекрываются по прямой, соединяющей центры атомов:



Общая формула алканов —  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ . Первые представители их гомологического ряда получили случайные названия (исторические, тривиальные):  $\text{CH}_4$  — метан;  $\text{CH}_3\text{—CH}_3$  — этан;  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_3$  — пропан;  $\text{CH}_3\text{—(CH}_2)_2\text{—CH}_3$  — бутан. В основу названий следующих неразветвленных гомологов были положены греческие числительные, соответствующие числу атомов углерода, и суффикс *-ан*: пентан, гексан, гептан, октан, нонан и т. д.

Если от молекулы предельного углеводорода отнять атом водорода, то остаток называется алкильным радикалом  $\text{R}^1$ :  $\text{CH}_3$  — метил;  $\text{C}_2\text{H}_5$  — этил и т.д.

Начиная с бутана, проявляет себя изомерия углеродной цепи (скелетная):

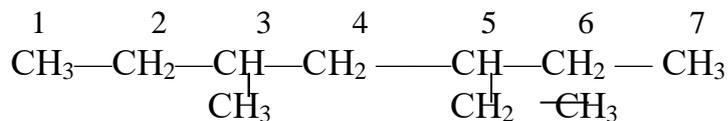


Если атом углерода соединен с одним атомом углерода, он называется первичным, с двумя — вторичным, с тремя — третичным, с четырьмя — четвертичным.

Согласно номенклатуре ИЮПАК, все органические вещества рассматриваются как производные нормально (неразветвлено) построенных углеводородов. За основу выбирается самая длинная и самая сложная углеродная цепь

Следует знать, что нумерацию начинают с того конца, от которого ближе разветвление. Если разные радикалы находятся на равном расстоянии от обоих концов цепи, то нумерацию начинают с того конца, к которому ближе радикал (алкил) с меньшим числом атомов углерода. Несколько одинаковых заместите-

лей обозначают приставками от греческих числительных: ди-, три-, тетра-, пента- и т. д. Цифрами показывается положение этих заместителей. В заключение называется нормальная углеводородная цепь:



3 метил-5 этилгептан

Приступая к изучению химических свойств, следует иметь в виду, что алканы, являясь малополярными соединениями, химически сравнительно мало активны. Они не вступают в реакции присоединения, так как валентности их полностью насыщены. Алканы устойчивы к действию кислот, щелочей и даже таких сильных окислителей, как хромовая кислота и перманганат калия, при невысоких температурах. При высокой температуре предельные углеводороды сгорают до конечных продуктов — углекислого газа и воды.

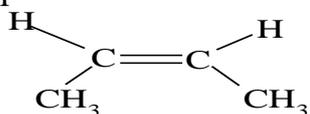
**Алкены (этиленовые).** Характерной особенностью алкенов является то, что два атома углерода в их молекулах на связь друг с другом затрачивают по два электрона, образуя одну  $\sigma$ - и одну  $\pi$ -связь-  $>\text{C} = \text{C}<$ . Их общая формула  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ . В гомологическом ряду алкенов благодаря наличию двойной связи появляется уже несколько видов изомерии: изомерия цепи углеродных атомов (скелетная изомерия); изомерия положения двойной связи; пространственная — геометрическая, или цис-, транс-изомерия.

Необходимо уметь написать примеры указанных видов изомерии. Название углеводорода складывается из названия корня с добавлением окончания «ен»

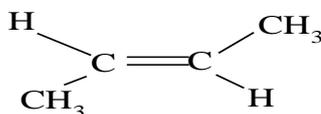
$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$  - этен,  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$  - бутен -1.

При изучении химических свойств необходимо уметь написать реакции присоединения, окисления и полимеризации.

Следует знать, что геометрические изомеры различаются пространственным расположением заместителей по отношению к двойной связи. Если одинаковые заместители расположены по одну сторону плоскости двойной связи, то изомеры называются цис-, если по разные стороны, то транс-изомерами:



Цис - изомер



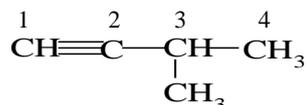
транс - изомер

**Ацетиленовые углеводороды (алкины).** Диеновые углеводороды (алкадиены). Надо запомнить, что в отличие от предельных этиленовых углеводородов, ацетиленовые содержат в молекуле тройную связь (одну  $\delta$  и две  $\pi$ ). Для них характерны изомерия углеродной цепи и положение тройной связи. Ацетиленовым как и этиленовых углеводородам свойственны реакции присоединения, окисления и полимеризации.

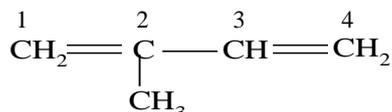
Особенностью ацетиленовых углеводородов является реакция взаимодействия с водой (реакция Кучерова). Особенностью алкинов является реакция замещения атома водорода, находящегося в тройной связи на металл.

Номенклатура складывается из названия корня с добавлением окончания «ин»  $\text{CH}\equiv\text{CH}$  —этин  $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$  пропин.

Их названия по системе ИЮПАК строятся по тем же правилам, что и для алкенов, за исключением того, что в случае алкадиенов приписывается к названию углеводорода окончание «диен».

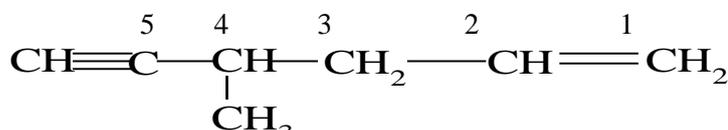


3 метилбутин-3



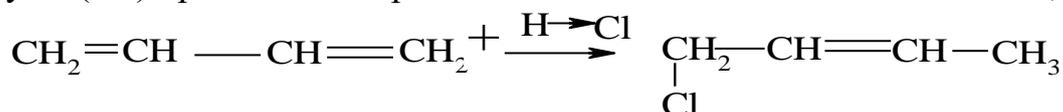
2 метилбутадиен-1,3

Если в молекуле есть и двойная и тройная связи, и они расположены на равных расстояниях от концов цепи, то начало нумерации определяет двойная связь:

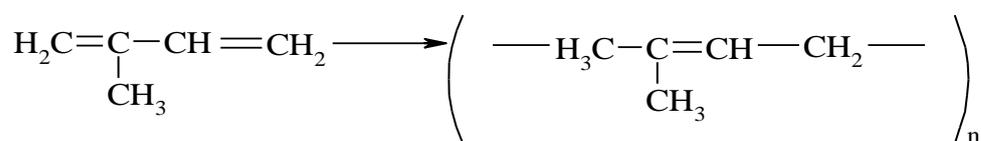
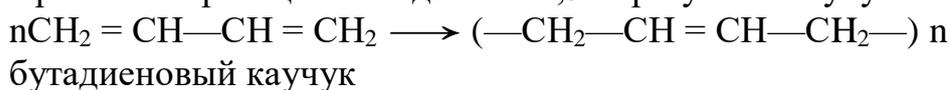


4 метилнентен-1 ин-4

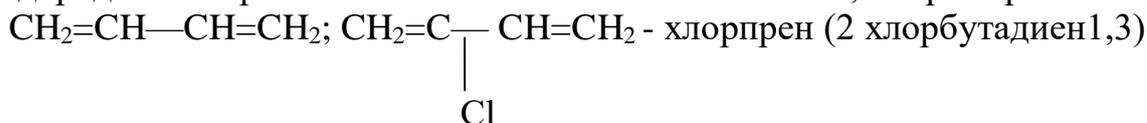
Для алкадиенов и для алкинов характерны, также как и для алкенов, прежде всего реакции присоединения по кратным связям. Особый интерес представляют сопряженные алкадиены. Присоединение к ним реагентов может протекать как в положении 1,4, так и 1,2. В случае присоединения по концам молекулы (1.4) происходит перемещение двойной связи в положение 2,3.



При полимеризации алкадиенов-1,3 образуются каучуки:

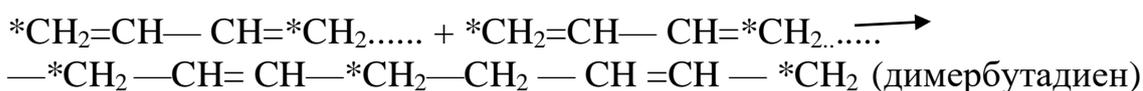


Следует обратить внимание на особенности полимеризации диеновых углеводородов с сопряженными связями. К ним относятся, например:



Принцип полимерации у них подобный: разрываются обе двойные связи и остается одна двойная связь, которая перемещается во внутрь молекулы

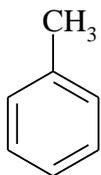




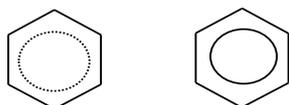
Углероды со звездочкой способны соединяться со следующими молекулами бутадиена -1,3 с образованием полимера (полибутадиена). При этом образуется полибутадиен, у мономеров, входящих в полимер, остается одна двойная связь, которая перемещается во внутрь молекулы мономера. Общая формула полибутадиена  $(- *CH_2 - CH = CH - *CH_2)_n$

По такому же принципу полимеризуется и другие диеновые углеводороды с сопряженными связями. Полученные полимеры широко применяется в химической промышленности.

**Арены (ароматические углеводороды).** Следует, имеет ввиду, что характерной особенностью ароматических углеводородов является то, что их молекулы представляют собой плоские циклы, содержащие  $(4n + 2)$  р- электронов, принадлежащих всем атомам цикла (правило Хюккеля, 1931 г.), где  $n$  может принимать значения 0, 1, 2, 3 и так далее. Согласно этому правилу, системы, содержащие 2, 6, 10, 14 и так далее обобщенных р- электронов, являются ароматическими. Важнейшими представителями ароматических углеводородов являются бензол и его гомологи, образующиеся в результате замещения атома водорода бензольного кольца алифатическими радикалами, например, толуол.



В химической литературе для изображения ароматических систем вместо традиционных формул с чередующимися двойными и простыми связями, чтобы показать равномерность соседних связей атомов углерода, часто используют формулы, в которых обобщенное электронное облако изображают пунктирной или сплошной линией внутри кольца: Общая формула гомологического ряда бензола  $C_nH_{2n-6}$ .



Первый гомолог бензола — толуол не имеет изомеров положения, так как все 6 атомов углерода бензольного кольца равноценны.

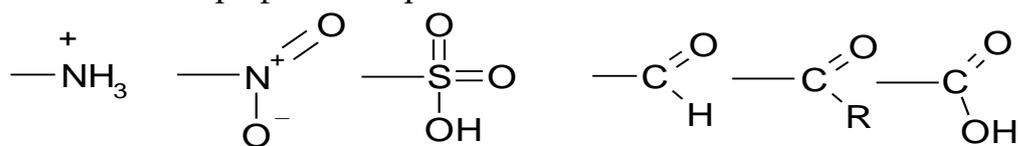
Согласно номенклатуре ИЮПАК, для ароматических углеводородов разрешается использовать тривиальные названия: бензол, толуол, ксилол и так далее.

Обратите внимание на то, что в молекуле бензола все атомы углерода равноценны, поэтому электрофильной атаке может подвергаться любой из них. В реакции замещения производных бензола следует учитывать, что каждый заместитель в бензольном ядре обладает определенным направляющим действием, поэтому все заместители делятся на две группы:

— **заместители первого рода** ( $-NH_2$ ,  $-OH$ ), алкилы ( $-CH_3$ ,  $-C_2H_5$  и т. д.), галогены ( $F^-$ ,  $Cl^-$ ,  $Br^-$ ).

— **заместители второго рода**, направляют вступающий заместитель в метоположение. К ним относятся заместители, обладающие отрицательным индуктивным, увеличивают электронную плотность бензольного кольца (за

исключением галогенов), особенно в орто- и паразположениях, в которые и направляются электрофильные реагенты.



Они оттягивают электронную плотность от бензольного кольца и дезактивируют его. Реакции протекают трудней, чем в бензоле. В наибольшей степени обедняются электронной плотностью орто- и паразположения; в метапозложениях она несколько выше, что и обуславливает большую реакционную способность метапозложения:

Изучая химические свойства ароматических углеводородов, надо помнить, что реакции присоединения для бензольного кольца протекают в более жестких условиях, чем для алкенов и присоединение происходит сразу по всем шести углеродным атомам.

При окислении гомологов бензола боковые цепи любой длины оканчиваются карбоксильной группой. В результате этого образуются кислоты ароматического ряда:

**Галогенпроизводные.** Это производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на атомы галогенов: фтор, хлор, бром, йод. Эти соединения многообразны. Их молекулы могут содержать один, два или несколько одинаковых, или разных атомов галогена.

Для названия галогенпроизводных по системе ИЮПАК нумеруют самую длинную цепь, начиная с того конца, ближе к которому стоит атом галогена. Галоген называют в приставке. Широко применяются и рациональные названия, которые производятся от названия радикалов и галогенов.

Изучая галогенпроизводные, следует обратить внимание на то, что многие из них, благодаря высокой реакционной способности, обусловленной полярностью связи, широко используются в качестве исходных веществ в синтезе соединений других классов. Обладая высокой электродефицитностью, атом углерода, связанный с атомом галогена, подвергается нуклеофильной атаке со стороны реагентов «нуклеофилов».

### 2.1.2. Вопросы для самоконтроля

1. Что такое гомологические ряды и их значение в органической химии?
2. Что такое изомерия? Напишите изомеры гексана.
3. Напишите структурные формулы 2-метилбутен-1; 2-метилбутен-2; 3-метилбутен-1. Изомерами какого углеводорода они являются?
4. Напишите формулы следующих соединений: 3-метил-бутин; 3-метилпентин-1.
5. Напишите уравнение реакций присоединения водорода, хлора, хлористого водорода к ацетилену. В каком случае нужно использовать правило Марковникова?
6. Напишите уравнения реакций взаимодействия бутадиена-1,3 с хлором и хлористым водородом.

7. Напишите уравнение реакции полимеризации изопрена. Как используется полученный полимер в народном хозяйстве?
8. Что такое гексахлоран, как он получается и где применяется?
9. Напишите формулы изомеров хлорбутана и назовите по международной номенклатуре.
10. Напишите уравнение реакции получения бутана из хлорэтана по реакции Вюрца.
1. Напишите схему полимеризации хлоропрена.

## 2.2. Кислородосодержащие органические соединения

### 2.2.1. Спирты. Фенолы. Альдегиды

Классификация и номенклатура. Изомерия спиртов. Первичные, вторичные и третичные спирты. Атомность спиртов. Химические свойства: реакция окисления первичных и вторичных спиртов, реакция образования алколюлятов, Получение простых и сложных эфиров. Фенолы. Классификация фенолов: одноатомные, двухатомные, трехатомные. Альдегиды и кетоны. Классификация и номенклатура. Электронное строение двойной связи карбонильной группы. Причины реакционной способности этих соединений.

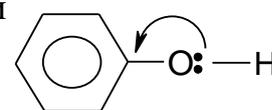
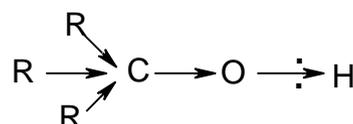
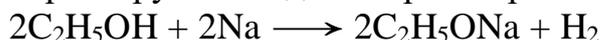
### 2.2.2. Методические указания по изучению

**Спирты и фенолы.** Эти классы соединений имеют одинаковую функциональную группу —ОН (гидроксил). Если гидроксил замещает атом водорода в любом углеводороде, кроме ароматического, соединения называются спиртами. Если гидроксильная группа связана непосредственно с атомом углерода ароматического кольца, то такие соединения называются фенолами.

По количеству групп —ОН спирты и фенолы делятся на одно-, двух-, трех- и многоатомные (приложение 5). В зависимости от характера атома углерода, с которым связан гидроксил, спирты относятся к первичным, вторичным или третичным.

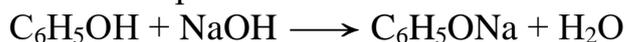
Обратите внимание на то, что спирты и фенолы, благодаря полярности связи О—Н, способны отщеплять протон, но у спиртов, в связи с положительным индуктивным эффектом радикалов, эта способность меньше, чем у воды, то есть спирты являются более слабыми кислотами, чем вода.

Поэтому спирты дают нейтральную реакцию на индикаторы и не взаимодействуют со щелочами. По этой же причине кислотность падает от первичных спиртов к третичным. Кислые свойства у фенолов выражены больше, чем у воды, что обусловлено мезомерным взаимодействием неподеленной электронной пары кислорода гидроксила с ароматическим кольцом, то есть сопряжением свободной электронной пары атома кислорода с электронами ароматического цикла. Спирты замещают гидроксильный атом водорода на металл только при действии активных металлов (Na, K, Mg, Al) в безводной среде. В отличие от спиртов, фенолы реагируют с водными растворами щелочей:



+ M -эф. гр.ОН

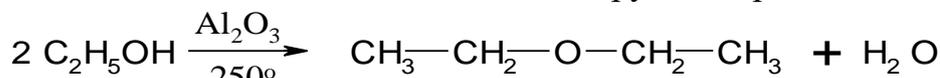
этилат натрия



фенолят натрия

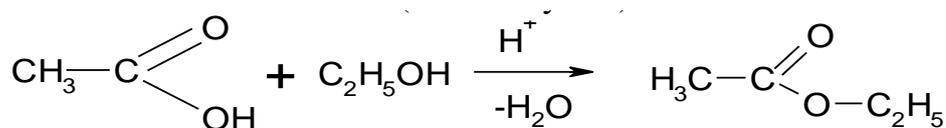
Обратите внимание на реакции, отличающие одноатомные спирты от многоатомных, первичные — от вторичных и третичных (приложение 5).

**Эфиры.** Это продукты взаимодействия спиртов между собой или с кислотами. В связи с этим они делятся на две группы: простые и сложные.



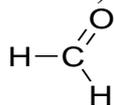
Этанол

диэтиловый эфир (простой)

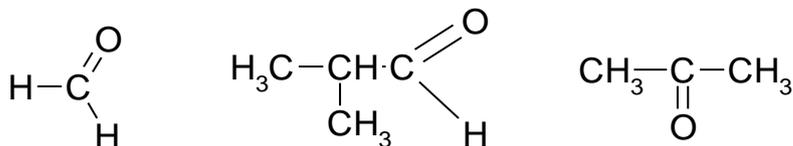


Уксусно-этиловый эфир (сложный)

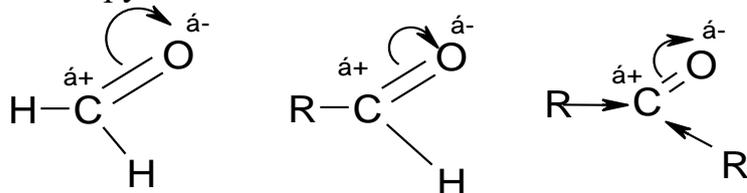
**Альдегиды.** Это производные углеводородов, содержащие группу  $>\text{C}=\text{O}$  (карбонил). В альдегидах карбонильная группа связана с од-



ним атомом водорода и радикалом (а в простейшем альдегиде с двумя атомами водорода), в кетонах — с двумя радикалами. Называют эти соединения по международной номенклатуре ИЮПАК, добавляя к названию углеводорода окончание «аль» для альдегидов и «он» для кетонов.



Необходимо знать, что среди альдегидов и кетонов много природных продуктов, они играют важную роль в физиологических процессах и являются очень реакционноспособными веществами. Их химическая активность обусловлена сильным дефицитом электронной плотности на атоме углерода карбонильной группы:



В данном ряду находятся муравьиный альдегид, другие альдегиды, кетоны;  $\delta^+$  на карбонильном углероде падает (+J-эф. радикала), в этом же ряду уменьшается и реакционная способность соединений. При изучении альдегидов и кетонов обратите внимание на их общие химические свойства (реакции

восстановления, нуклеофильного присоединения и замещения, конденсации), а также на реакции, которые характерны только для альдегидов — легкое окисление и полимеризация.

### 2.2.3. Вопросы для самоконтроля

1. Напишите гомологический ряд предельных одноатомных спиртов, назовите их и укажите, с какого представителя начинается изомерия.
2. Напишите формулы бутанол-1, бутанол-2.
3. Напишите уравнения реакций получения алкоголята, гликолята, глицерата.
4. Напишите уравнение реакции взаимодействия уксусной кислоты с пропанолом-2.
5. Напишите уравнения реакций получения из соответствующих спиртов альдегидов
6. Назовите по международной номенклатуре уксусный альдегид
7. Напишите уравнения реакций присоединения у альдегидов
8. Почему реакция окисления аммиачным раствором оксида серебра является качественной реакцией на выявление альдегидов?

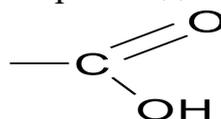
### 2.3. КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ. ЖИРЫ

Классификация и номенклатура карбоновых кислот. Одноосновные предельные и непредельные кислоты. Химические свойства карбоновых кислот: диссоциация кислот, образование солей (взаимодействие с металлами или основаниями), образование сложных эфиров, ангидридов, аминов, галогенангидридов, нитрилов.

Производные карбоновых кислот: сложные эфиры, воска, жиры, масла, амиды.

#### 2.3.1. Методические указания по изучению

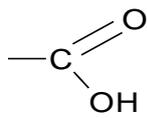
К классу карбоновых кислот относятся производные углеводородов,



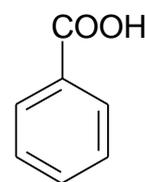
содержащие карбоксильную группу

В зависимости от количества карбоксильных групп в молекуле, кислоты делятся на одноосновные, двухосновные и многоосновные.

Номенклатура ИЮПАК разрешает использовать тривиальные названия карбоновых кислот (например, уксусная, масляная). При наличии заместителей их положение обозначают буквами греческого алфавита. По системе ИЮПАК алифатические кислоты называют, прибавляя к названию соответствующего углеводорода окончание -овая (или -диовая, -триовая и т. п.) кислота. Нумерацию начинают с карбоксильной группы.



Группу можно обозначать приставкой карбокси-, или в окончании называть «карбоновая кислота».



бензойная кислота

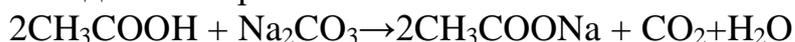
НСООН  
Муравьиная

СН<sub>3</sub>СООН  
уксусная

СН<sub>2</sub>=СН—СООН  
акриловая

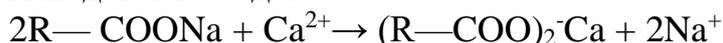
При изучении химических свойств кислот обратите внимание на то, что формально карбоксильная группа состоит из карбонила и гидроксила, однако она не проявляет свойств ни спиртов, ни альдегидов, ни кетонов. Взаимное влияние карбонила и гидроксила друг на друга приводит к появлению качественно новых свойств карбоновых кислот.

Обратите внимание, что все карбоновые кислоты, в отличие от спиртов, образуют соли не только с активными металлами, но и гидроксидами, основными оксидами и карбонатами металлов:

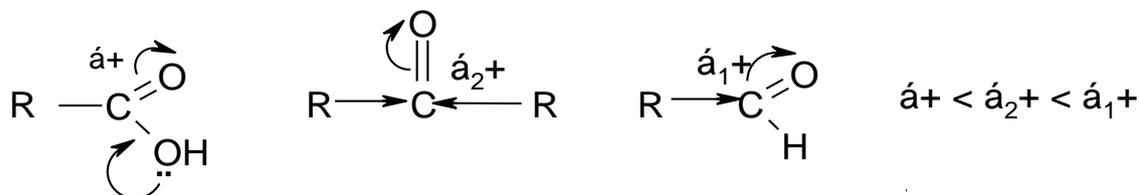


Соли щелочных металлов в большинстве случаев растворимы в воде.

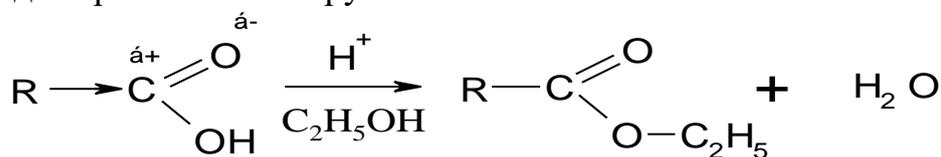
**Мыла** — натриевые и калиевые соли высших жирных кислот: стеариновой С<sub>17</sub>Н<sub>35</sub>СООН, пальмитиновой С<sub>15</sub>Н<sub>31</sub>СООН легко растворяются в горячей воде, но не растворяются в растворе поваренной соли. Плохие моющие свойства мыла в жёсткой воде объясняются тем, что кальциевые и магниевые соли высших жирных кислот, образующиеся при обменной реакции мыла в жесткой воде, выпадают в осадок:



Нужно знать, что карбоновые кислоты не могут вступать в реакции нуклеофильного присоединения и замещения по карбоксильной группе, характерные для альдегидов и кетонов, что связано с уменьшением дефицита электронной плотности на карбоксильном углероде, по сравнению с карбонильным углеродом альдегидов и кетонов:



Реакция этерификации (взаимодействие кислот со спиртами) протекает в присутствии минеральных кислот, протоны которых увеличивают δ<sup>+</sup> на атоме углерода карбоксильной группы:



**Одноосновные предельные (насыщенные) кислоты.** У одноосновных карбоновых кислот имеется одна карбоксильная группа. При рассмотрении химических свойств карбоновых кислот следует обратить внимание на: диссоциацию кислот, образование солей (взаимодействие с металлами, основаниями), образование сложных эфиров, ангидридов, амидов, галогенангидридов, нитрилов. Важнейшими представителями одноосновных кислот являются: му-

равьиная, уксусная, пропионовая, масляная, валериановая, капроновая, пальмитиновая, стеариновая кислоты.

**Одноосновные непредельные (ненасыщенные) кислоты.** Одноосновные непредельные карбоновые кислоты содержат в своем составе одну карбоксильную группу, а в радикале имеется одна или несколько кратных (ненасыщенных) связей. По карбоксильной группе эти кислоты проявляют те же свойства, что и предельные одноосновные карбоновые кислоты: диссоциируют, образуют соли, амиды, галогенангидриды, ангидриды, сложные эфиры и другие производные.

Ввиду того, что в радикале у непредельных карбоновых кислот имеются кратные связи, они могут участвовать в реакциях: гидрирования, присоединения галогенов, галогенводородов, воды, полимеризации.

Важнейшими представителями этой группы кислот являются: акриловая, кротоновая, метакриловая, олеиновая, линолевая. Необходимо изучить распространение этих кислот в природе и их применение.

**Двухосновные предельные (насыщенные) кислоты.** Двухосновными предельными карбоновыми кислотами называются соединения, в молекуле которых содержится две карбоксильные группы.

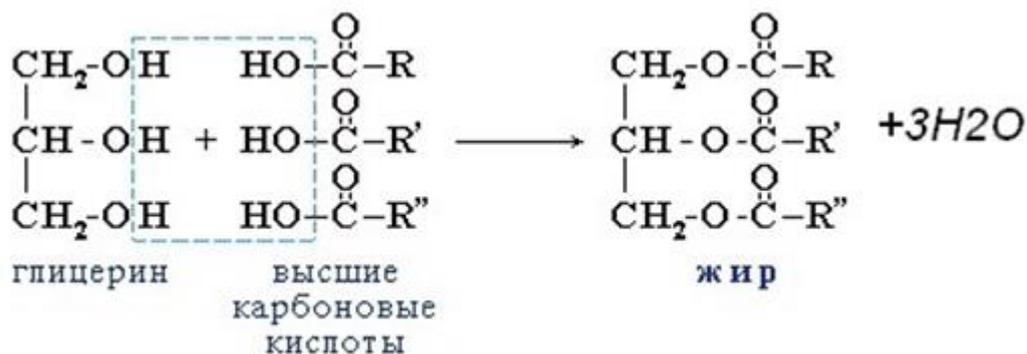
При изучении химических свойств двухосновных кислот следует уяснить, что они проявляют все реакции карбоксильной группы, но в отличие от одноосновных кислот они могут образовывать два вида производных – полные, когда в реакцию вступают обе карбоксильные группы, и неполные, когда только одна карбоксильная группа вступает в реакцию. Обратите внимание на то, что двухосновные кислоты неодинаково относятся к нагреванию в зависимости от расположения карбоксильных групп относительно друг друга.

Важнейшие представители двухосновных предельных карбоновых кислот: щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая, адипиновая.

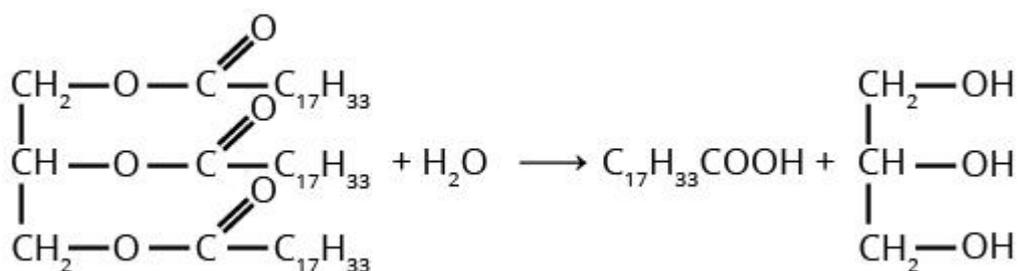
**Липиды.** Это вещества, состоящие в основном из спиртов и высших жирных кислот. Липиды подразделяются на простые и сложные. К простым относятся вещества, молекулы которых содержат только остатки спиртов и высших жирных кислот. Представителями простых липидов являются глицериды и воски.

Глицериды состоят из трехатомного спирта глицерина и высших жирных кислот. Кислоты могут быть все одинаковые или разные. Если в состав глицерида входят непредельные жирные кислоты, то жиры жидкие (масла), а если предельные — твердые жиры.

Жиры получают по реакции этерификации, протекающей между трехатомным спиртом глицерином и высшими карбоновыми кислотами:



Жиры подвергаются гидролизу



Липиды, молекулы которых кроме глицерина и высших жирных кислот содержат другие вещества ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ , углеводы), называются сложными (фосфолипиды, гликолипиды). Из фосфолипидов наиболее распространены кефалин и лецитин, а из гликолипидов — дигалактозилмоноглицерид.

**Воска** — жироподобные вещества животного или растительного происхождения: состоят из сложных эфиров высших жирных кислот и высших одноатомных спиртов ( $\text{C}_{31}\text{H}_{63}\text{OH}$  — цетиловый,  $\text{C}_{31}\text{H}_{63}\text{OH}$  — мирициловый).

**Масла** — растительные жиры. Они жидкие, т.к. в их состав входят непредельные жирные кислоты. При изучении жиров необходимо уяснить понятия, как йодное число, гидрогенизация и омыление.

**Амиды** — производные карбоновых кислот, которые образуются при замещении гидроксильной группы карбоксила на аминогруппу ( $\text{NH}_2$ ).

### 2.3.2. Углеводы.

Классификация углеводов. Моносахариды, дисахариды, полисахариды. Изомерия углеводов. Классификация простых сахаров (по числу углеродных атомов, по функциональным группам). Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Полисахариды

Сахара образуются в растениях из углекислого газа и воды в процессе реакций фотосинтеза, осуществляемых за счет солнечной энергии с участием зеленого пигмента растений — хлорофилла.

Они подразделяются на две большие группы:

-моносахариды (простые сахара), или монозы, не способные гидролизываться;

-полисахариды (сложные сахара), или полиозы, состоящие из различного числа остатков простых сахаров (крахмал, клетчатка), подвергающиеся гидролизу.

**Моносахариды.** По числу атомов углерода в молекуле их делят на триозы (3С), тетрозы (4С), пентозы (5С), гексозы (6С) и так далее. Моносахариды — полифункциональные соединения, являются оксиальдегидами (альдозы) или оксокетонами (кетозы). Наиболее распространены гексозы.

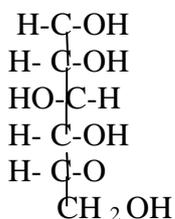
Для них известно большое число стереоизомеров ( $2^n$ , где  $n$  — число асимметрических атомов). Так, для альдогексоз  $2^4 = 16$ , для кетогексоз  $2^3 = 8$ , то есть, для альдоз существует 16 оптически активных изомеров, или 8 пар антиподов, для кетоз — соответственно 8 и 4. Каждая пара имеет свое название: глюкоза, галактоза, фруктоза и так далее.

Появившийся в циклической формуле у первого атома углерода гидроксил, возникший из карбонильной группы открытой формы, называется **полуацетальным**, или **гликозидным**. Он существенно отличается по свойствам от спиртовых гидроксильных. Если он расположен так же, как гидроксил, определяющий принадлежность к D или L ряду, то такая форма называется  $\alpha$ -формой, если с противоположной стороны, то  $\beta$ -формой.

При изучении класса «углеводы» обратите внимание, что именно за счет гликозидного гидроксила идет образование сложных сахаров, глюкпротеидов, нуклеиновых кислот и других природных соединений.

Многообразие гликозидов в виде эфиров содержится в растительной ткани. Многие из них используются в фармакологической промышленности в качестве лекарственных средств.

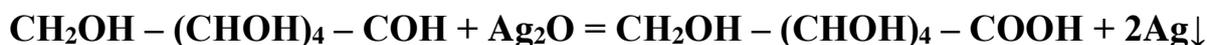
Из сложных сахаров необходимо знать: а) дисахариды — мальтозу, целлобиозу, лактозу, сахарозу; б) полисахариды — крахмал, гликоген, клетчатку и пентозаны.



Циклическая форма глюкозы

При изучении химических свойств глюкозы следует исходить из химических свойств функциональных групп, входящих в молекулу.

Доказать наличие альдегидной группы в глюкозе можно с помощью аммиачного раствора оксида серебра. К аммиачному раствору оксида серебра добавим раствор глюкозы и подогреем смесь на водяной бане. Вскоре на стенках колбы начинает осаждаться металлическое серебро. Эта реакция называется реакцией серебряного зеркала. Ее используют как качественную для открытия альдегидов. Альдегидная группа глюкозы окисляется до карбоксильной группы. Глюкоза превращается в глюконовую кислоту.





## 2.4 Азотосодержащие органические соединения

**Амины и аминокислоты.** Классификация аминов. Химические свойства аминов: реакции с водой и кислотами, реакции образования кислых и средних солей. Способы получения различных аминов.

**Аминокислоты, полипептиды, белки.** Аминокислоты. Номенклатура, классификация и способы получения. Изомерия аминокислот, связанная с положением аминогруппы ( $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -аминокислоты). Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Химические свойства.

Умейте написать строение аминокислот, их химические свойства, образование пептидов. Строение белков. Классификация (простые и сложные), физические и химические свойства белков. Основные качественные реакции на белки.

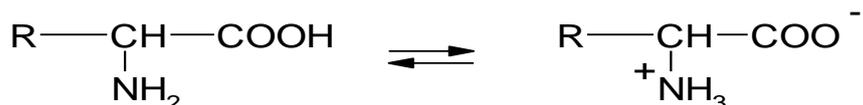
### 2.4.1. Методические указания по изучению

Различаются природные аминокислоты по характеру углеводородного радикала R, содержащего разные углеводородные остатки и функциональные группы, такие как окси ( $-\text{OH}$ ), тиогруппы ( $-\text{S}-\text{H}$ ,  $-\text{S}-\text{CH}_3$ ) и другие.

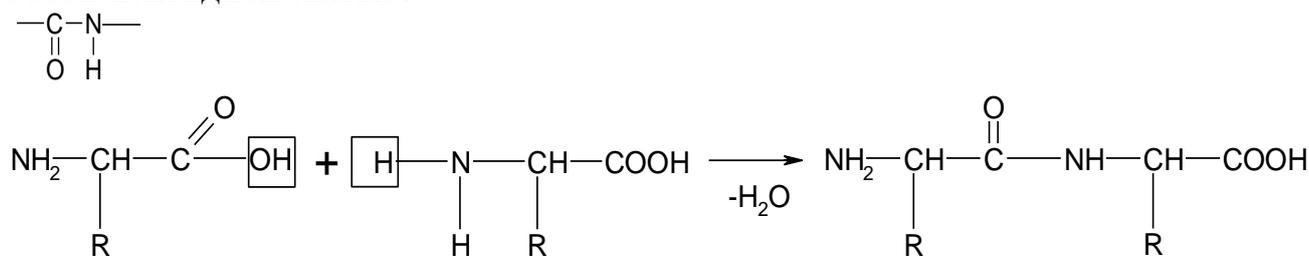
Для природных аминокислот используют в основном тривиальные названия:

Все аминокислоты, входящие в состав белков, делятся на заменяемые и незаменимые (не синтезируются в организме животных и человека). При изучении свойств аминокислот надо помнить, что наличие в их молекуле кислотных и основных групп определяет амфотерный характер этих соединений. Они могут давать соли как с кислотами, так и с основаниями, проявляя при этом и другие свойства аминов и кислот.

Аминокислоты имеют солеобразное строение, образуя внутренние соли:

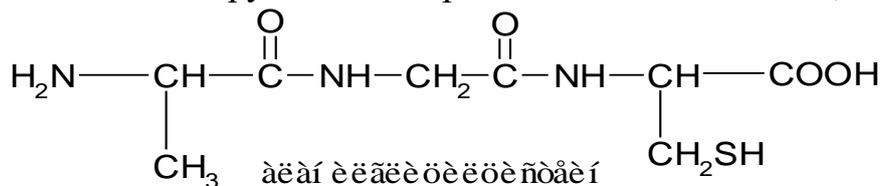


что в значительной мере определяет их физические свойства: кристаллическая структура, высокие температуры плавления, хорошая растворимость в воде. Как бифункциональные соединения, аминокислоты способны вступать в реакцию конденсации, образуя ди-, три- и полипептиды, связанные между собой пептидной связью:



Пептиды — это основа белков. Название полипептидов образуют из названий соответствующих  $\alpha$ -аминокислот, причем аминокислоты, участвующие кар-

боксильной группой в образовании полипептида, получают суффикс «ил»:



**Азотсодержащие соединения (амины, амиды, аминокислоты)** — органические соединения, которые образуются при замещении атомов водорода в молекуле аммиака на углеводородные радикалы. По количеству замещенных атомов водорода в аммиаке амины делят на первичные, вторичные и третичные. Необходимо уяснить классификацию аминов в зависимости от характера углеводородного радикала (амины жирного и ароматического ряда).

При изучении химических свойств аминов надо знать, как реагируют амины с водой, изучить реакции образования кислых и средних солей. Амины, так же как и аммиак, обладают основными свойствами, которые обусловлены наличием у азота свободной электронной пары, притягивающей протон.

Обратите внимание на то, что амины жирного ряда более сильные основания, чем аммиак. Более сильная щелочная реакция водных растворов аминов объясняется положительным индуктивным эффектом алкильных радикалов, за счет чего повышается электронная плотность у атома азота. Нужно знать, как ведут себя амины с азотистой кислотой, так как эта реакция является характерной для них и дает возможность отличить первичные, вторичные и третичные амины. У ароматических аминов основные свойства выражены слабее, чем у аминов жирного ряда, так как сказывается влияние бензольного кольца.

Разберитесь в способах получения различных аминов

### 2.4.3. Вопросы для самопроверки

1. Из каких фрагментов состоят нуклеиновые кислоты?
2. Чем отличаются по строению нуклеотиды от нуклеозидов?
3. Какие пентозы входят в ДНК и РНК?
4. Объясните, почему аминокислоты обладают амфотерными свойствами.
5. Напишите уравнения реакции взаимодействия глутаминовой кислоты с NaOH и HCl.
6. Какие соединения называются полипептидами?
7. Строение белковой молекулы: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белка.
8. Назовите основные качественные реакции на белки

## **Список использованных источников**

### **Основные источники:**

1. О.С.Габриелян Химия. Для профессий специальностей технического профиля М.: Издательский центр «Академия», 2017.
2. О.С.Габриелян. Химия. М.: Дрофа,2015
3. О.С. Габриелян Г.Г. Лысова Химия в тестах, задачах и упражнениях. Издательский центр «Академия», 2015

### **Дополнительные источники:**

- 1.Н.Е.Кузьменко, В.В.Еремин. Химия. М.: Экзамен: Издательский дом "ОНИКС 21 век", 2015.

### **Интернет-ресурсы:**

1. Электронный ресурс «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». <http://window.edu.ru>
2. Электронный ресурс «Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов» <http://fcior.edu.ru>
- 3.Издательский центр «Академия» <http://www.academia-moscow.ru>